

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-314168  
 (43)Date of publication of application : 25.10.2002

(51)Int.Cl. H01L 43/08  
 G01R 33/09  
 G11B 5/39  
 H01L 43/12

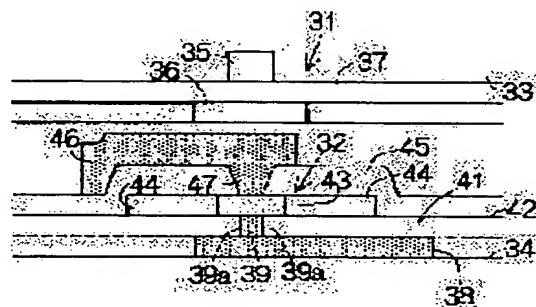
(21)Application number : 2001-119067 (71)Applicant : FUJITSU LTD  
 (22)Date of filing : 18.04.2001 (72)Inventor : IKEDA JUNYA

## (54) CPP STRUCTURE ELECTROMAGNETIC TRANSDUCER AND ITS MANUFACTURING METHOD

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a CPP structure electromagnetic transducer, capable of further narrowing a path of a current to be supplied to an electromagnetic transducing film without depending upon the contraction of the transducing film.

SOLUTION: The CPP structure electromagnetic transducer 32 comprises upper side and lower side drawer conductive layers 46 and 38 for supplying sense currents to the electromagnetic transducing film 43. A conductive terminal piece 39 rises on the surface of the lower side drawer conductive layer 39. The path of the current is specified on the contact surface of the piece 39 with the film 43. The path of the current can be decided based on the spread of the upper surface of the top of the piece 39 contacted with the film 43. In such a CPP structure electromagnetic transducer 32, the path of the current to the film 43 can be narrowed without depending upon the contraction of the film 43.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**


---

## [Claim(s)]

[Claim 1] a bottom drawer conductive layer, the electric conduction terminal strip which starts from the front face of a bottom drawer conductive layer, the insulator layer which spreads on the front face of a bottom drawer conductive layer, touching the wall surface of an electric conduction terminal strip, and the electromagnetism which lies in the summit side of an electric conduction terminal strip at least — the conversion film and electromagnetism — the CPP structure characterized by having a top drawer conductive layer in contact with the summit side of the conversion film — electromagnetism — a sensing element.

[Claim 2] CPP structure according to claim 1 — electromagnetism — a sensing element — setting — said electromagnetism — the CPP structure characterized by specifying the conversion film by the 2nd piece with said bigger electric conduction terminal strip than the 1st piece — electromagnetism — a sensing element.

[Claim 3] CPP structure according to claim 2 — electromagnetism — a sensing element — setting — said electromagnetism — the CPP structure characterized by forming the conversion film on 1 flattening side specified on the summit side of said electric conduction terminal strip, and the front face of an insulator layer — electromagnetism — a sensing element.

[Claim 4] CPP structure according to claim 3 — electromagnetism — a sensing element — setting — said electromagnetism — the CPP structure characterized by conversion film being either the spin bulb film and tunnel junction film — electromagnetism — a sensing element.

[Claim 5] CPP structure according to claim 4 — electromagnetism — a sensing element — setting — said bottom drawer conductive layer — said electromagnetism — the CPP structure characterized by functioning as a magnetic shielding layer of the conversion film — electromagnetism — a sensing element.

[Claim 6] CPP structure according to claim 5 — electromagnetism — a sensing element — setting — the 3rd piece smaller than said 2nd piece to said top drawer conductive layer — said electromagnetism — the CPP structure characterized by forming the terminal phyma in contact with the conversion film in one — electromagnetism — a sensing element.

[Claim 7] the process which forms an electric-conduction wafer in the front face of a drawer conductive layer, the process at which an insulator layer is formed in the front face of a drawer conductive layer, flattening processing performs for an electric-conduction wafer to a wrap process and an insulator layer by the insulator layer, and the summit side of an electric-conduction wafer exposes in respect of flattening on an insulator layer, and the electromagnetism which lie in the summit side of an electric-conduction wafer at least — the CPP structure characterized by to have the process which forms the conversion film on a flattening side — electromagnetism — the manufacture approach of a sensing element.

[Claim 8] CPP structure according to claim 7 — electromagnetism — in advance of formation of said electric conduction wafer in the manufacture approach of a sensing element with the process which forms said drawer conductive layer according to a regular configuration pattern on the front face of a basic layer the CPP structure characterized by having further the process at which a basic insulator layer is formed in the front face of a basic layer, and it pulls out by the basic insulator layer, and flattening processing is performed to a wrap process and a basic insulator layer, a conductive layer is pulled out in respect of flattening on a basic insulator layer, and the front face of a conductive layer is exposed — electromagnetism — the manufacture approach of a sensing element.

[Claim 9] CPP structure according to claim 8 — electromagnetism — the manufacture approach of a sensing element — setting — said electromagnetism — the process which forms a wrap covering insulator layer for the conversion film, and a covering insulator layer — penetrating — said electromagnetism — the CPP structure characterized by to have the process which forms the contact hole which arrives at the front face of the conversion film, and the process which fills up the formed contact hole with an electrical conducting material — electromagnetism — the manufacture approach of a sensing element.

---

[Translation done.]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

## [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] electromagnetism [ this invention ], such as for example, spin bulb film and tunnel junction film, — the conversion film and this electromagnetism — the electromagnetism from perpendicularly it intersects with the conversion film — CPP (Current Perpendicular-to-the-Plane) structure equipped with the top and bottom drawer conductive layer which put the conversion film — electromagnetism — it is related with a sensing element.

[0002]

[Description of the Prior Art] By magneto-resistive effect film, such as spin bulb film and tunnel junction film, single domain-ization of a freedom side ferromagnetism layer is wanted to realize. It is thought that single domain-ization of such freedom side ferromagnetism layers greatly contributes to reduction of a Barkhausen noise. The spin bulb film and the tunnel junction film are put between one pair of magnetic-domain control hard film in implementation of single-domain-izing. Such magneto-resistive effect film and the magnetic-domain control hard film are formed on a flattening side. for example, CPP structure — electromagnetism — such flattening sides are prescribed by the front face of a bottom drawer conductive layer by the sensing element.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] When the magneto-resistive effect film and the magnetic-domain control hard film are formed on a bottom drawer conductive layer as mentioned above, the magneto-resistive effect film contacts a bottom drawer conductive layer on the whole base. That is, according to the magnitude of the magneto-resistive effect film, a path will be inevitably determined as a sense current. In narrowing a path as a sense current, the magneto-resistive effect film must be reduced further. if a path can be narrowed as a sense current — read-out of magnetic information — hitting — electromagnetism — the sensibility of a sensing element can be raised.

[0004] that by which this invention was made in view of the above-mentioned actual condition — it is — electromagnetism — without it depends on contraction-ization of the conversion film — electromagnetism — the CPP structure which can narrow a path further as the current supplied to the conversion film — electromagnetism — it aims at offering offering a sensing element.

[0005]

[Means for Solving the Problem] the electromagnetism which lies in the summit side of an electric-conduction terminal strip at least with a bottom drawer conductive layer, the electric-conduction terminal strip which starts from the front face of a bottom drawer conductive layer, and the insulator layer which spreads on the front face of a bottom drawer conductive layer, touching the wall surface of an electric-conduction terminal strip according to this invention in order to attain the above-mentioned purpose — the conversion film and electromagnetism — the CPP structure characterized by to have a top drawer conductive layer in contact with the summit side of the conversion film — electromagnetism — a sensing element is offered.

[0006] such CPP structures — electromagnetism — a sensing element — an electric conduction terminal strip and electromagnetism — a path can be prescribed by the contact surface with the conversion film as a current. the passage of a current — a path — electromagnetism — it can be determined based on the breadth of the summit side of the electric conduction terminal strip in contact with the conversion film. namely, such CPP structures — electromagnetism — a sensing element — electromagnetism — the \*\* independent of contraction-ization of the conversion film — electromagnetism — a path can be narrowed as the current over the conversion film.

[0007] such CPP structures — electromagnetism — the case where a path is narrowed by the sensing element as a current — electromagnetism — the conversion film should just be prescribed by the 2nd piece with a bigger electric conduction terminal strip than the 1st piece. in this way — if the 1st piece of an electric conduction terminal strip is narrowed — electromagnetism — irrespective of the magnitude of the 2nd piece of the conversion film — electromagnetism — between the conversion film and an electric conduction terminal strip, a path is establishable as the current according to the magnitude of the 1st piece. According to the 1st-piece contraction, a path can be certainly narrowed as a current.

[0008] such CPP structures — electromagnetism — a sensing element — electromagnetism — 1 flattening side top may be specified between the conversion film, and the summit side of an electric conduction terminal strip and the front face of an insulator layer. such flattening side top — electromagnetism — if the conversion film is formed — electromagnetism — the dimensional accuracy and configuration precision of the conversion film can be raised. electromagnetism — the spin bulb film is sufficient as the conversion film, and the tunnel junction film is sufficient as it. electromagnetism — other magneto-resistive effect film may be used for the conversion film.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

[0009] The above-mentioned bottom drawer conductive layer may consist of the magnetic substance. in this way — if a bottom drawer conductive layer shows not only conductivity but magnetism — a bottom drawer conductive layer — electromagnetism — it can function as a magnetic shielding layer of the conversion film. Therefore, it can greatly contribute to the so-called shortening of a reading gap. According to such shortenings which it reads and are gaps, the resolution of magnetic recording can be raised in the direction of a line of a recording track.

[0010] the above-mentioned top drawer conductive layer — electromagnetism — the 3rd piece with the conversion film smaller than the 2nd piece — electromagnetism — the terminal phyma in contact with the conversion film may be formed in one. in this way, a top drawer conductive layer and electromagnetism — if the breadth of the contact surface is narrowed between conversion film — electromagnetism — irrespective of the magnitude of the 2nd piece of the conversion film — electromagnetism — between the conversion film and a top drawer conductive layer, a path is establishable as the current according to the magnitude of the 3rd piece. According to the 3rd-piece contraction, a path can be certainly narrowed as a current.

[0011] the above CPP structures — electromagnetism — the process at which the manufacture approach of a sensing element forms an electric-conduction wafer in the front face of for example, a drawer conductive layer, the process at which flattening processing is performed for an electric-conduction wafer to a wrap process and an insulator layer by the insulator layer by forming an insulator layer in the front face of a drawer conductive layer, and the summit side of an electric-conduction wafer exposes in respect of flattening on an insulator layer, and the electromagnetism which lie in the summit side of an electric-conduction wafer at least — what is necessary is just to have the process which forms the conversion film on a flattening side especially — such manufacture approaches — a flattening side top — electromagnetism — electromagnetism since the conversion film is formed — the dimensional accuracy and configuration precision of the conversion film can be raised. Here, an electric conduction wafer corresponds to the above-mentioned electric conduction terminal strip.

[0012] furthermore, CPP structure — electromagnetism — the manufacture approach of a sensing element may be equipped with the process which forms said drawer conductive layer according to a regular configuration pattern on the front face of a basic layer, and the process at which a basic insulator layer is formed in the front face of a basic layer, and it pulls out by the basic insulator layer, and flattening processing is performed to a wrap process and a basic insulator layer, a conductive layer pulls out in respect of flattening on a basic insulator layer, and the front face of a conductive layer exposes in advance of formation of an electric-conduction wafer. Especially, by such manufacture approaches, since an electric conduction wafer is formed on a flattening side, an electric conduction wafer can be formed in a certainly high precision.

[0013] furthermore, CPP structure — electromagnetism — the manufacture approach of a sensing element — electromagnetism — the process which forms a wrap covering insulator layer for the conversion film, and a covering insulator layer — penetrating — electromagnetism — you may have the process which forms the contact hole which arrives at the front face of the conversion film, and the process which fills up the formed contact hole with an electrical conducting material. According to such a series of processes, the above-mentioned terminal phyma can be easily formed in a top drawer conductive layer in comparison.

[0014]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, 1 operation gestalt of this invention is explained, referring to an accompanying drawing.

[0015] Drawing 1 shows roughly one example of a magnetic-recording medium driving gear, i.e., the internal structure of hard disk drive (HDD) 11. This HDD11 is equipped with the body 12 of a case of the cube type which divides the building envelope of a flat rectangular parallelepiped. The magnetic disk 13 of one or more sheets as a record medium is held in hold space. The revolving shaft of a spindle motor 14 is equipped with a magnetic disk 13. A spindle motor 14 can rotate a magnetic disk 13 at high speed, such as for example, 7200rpm and 10000rpm. It is combined with the body 12 of a case, the lid (not shown), i.e., covering, which seals hold space between the bodies 12 of a case.

[0016] The carriage 16 rocked by the circumference of the pivot 15 prolonged perpendicularly is further held in hold space. This carriage 16 is equipped with the swinging arm 17 of the rigid body horizontally prolonged from a pivot 15, and the elastic suspension 18 which is attached at the tip of this swinging arm 17, and extends ahead from a swinging arm 17. As everyone knows, at the tip of the elastic suspension 18, the cantilevered suspension of the surfacing head slider 19 is carried out by work of the so-called gimbal spring (not shown). Pressure acts on the surfacing head slider 19 from the elastic suspension 18 toward the front face of a magnetic disk 13. Buoyancy acts on the surfacing head slider 19 by work of the air current generated on the front face of a magnetic disk 13 based on rotation of a magnetic disk 13. The surfacing head slider 19 can continue surfacing with rigidity high in comparison during rotation of a magnetic disk 13 in the balance of the pressure of the elastic suspension 18, and buoyancy.

[0017] If carriage 16 rocks by the circumference of a pivot 15 during surfacing of such a surfacing head slider 19, the surfacing head slider 19 can cross the front face of a magnetic disk 13 to radial. Based on such migration, the surfacing head slider 19 is positioned in the recording track of the request on a magnetic disk 13. At this time, rocking of carriage 16 should just be realized through work of an actuator 21 called a voice coil motor (VCM). As everyone knows, when the magnetic disk 13 of two or more sheets is incorporated in the body 12 of a case, two elastic suspensions 18 are carried to one swinging arm 17 between magnetic-disk 13 adjoining comrades.

[0018] Drawing 2 shows one example of the surfacing head slider 19. This surfacing head slider 19 is aluminum 203 which is joined to the air outflow edge of the body 22 of a slider made from aluminum2 O3-TiC (Al Chick) formed in

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



a flat rectangular parallelepiped, and this body 22 of a slider, and builds in the read-out write-in head 23. It has the film 24 with a built-in head component of make (alumina). It is specified on the body 22 of a slider, and the film 24 with a built-in head component, the medium opposed face 25, i.e., the surfacing side, which counters a magnetic disk 13. The air current 26 generated based on rotation of a magnetic disk 13 is responded to by the surfacing side 25.

[0019] The rail 27 of two muscles prolonged toward an air outflow edge from an airstream ON edge is formed in the surfacing side 25. So-called ABS (air bearing surface) 28 is specified in the summit side of each rail 27. In ABS28, the above-mentioned buoyancy is generated according to work of an air current 26. It was embedded on the film 24 with a built-in head component, and reads, and the write-in head 23 exposes the front end by ABS28 so that it may be mentioned later. In addition, the gestalt of the surfacing head slider 19 is not restricted to such gestalten.

[0020] Drawing 3 shows the situation of the surfacing side 25 to a detail. the read-out write-in head 23 — the thin film magnetic head 31, i.e., an induction write-in head component, and CPP structure — electromagnetism — it has a sensing element 32, i.e., a CPP structure magneto-resistive effect (MR) reading component. The induction write-in head component 31 can write binary information in a magnetic disk 13 as everyone knows using the field which occurs for example, by the electric conduction coil pattern (not shown). The CPP structure MR reading component 32 can detect binary information based on the resistance which changes as everyone knows according to the field which acts from a magnetic disk 13. The induction write-in head component 31 and the CPP structure MR reading component 32 are aluminum 2O3 which constitutes, the aluminum 2 O3 film (alumina) 33 which constitutes, the above-mentioned top half layer of the film 24 with a built-in head component, i.e., overcoat film, and a bottom half layer, i.e., the under coat film. It is put between film (alumina) 34.

[0021] The induction write-in head component 31 is equipped with the up magnetic pole layer 35 in which the front end is exposed by ABS28, and the lower magnetic pole layer 36 in which the front end is similarly exposed by ABS28. The upper part and the lower magnetic pole layers 35 and 36 should just be formed from FeN or NiFe. The upper part and the lower magnetic pole layers 35 and 36 collaborate, and constitute the magnetic core of the induction write-in head component 31.

[0022] Between the upper part and the lower magnetic pole layers 35 and 36, it is aluminum 2O3. The nonmagnetic gap layer 37 of make (alumina) is put. As everyone knows, if a field occurs by the electric conduction coil pattern, by work of the nonmagnetic gap layer 37, the magnetic flux which goes back and forth the up magnetic pole layer 35 and the lower magnetic pole layer 36 will leak from the surfacing side 25, and it will come out of it. In this way, it leaks and the magnetic flux which comes out forms a record field (gap field).

[0023] The CPP structure MR reading component 32 is equipped with the bottom drawer conductive layer 38 which spreads along the front face of the alumina film 34, i.e., a substrate insulating layer. The bottom drawer conductive layer 38 is not only equipped with conductivity, but may equip coincidence with soft magnetism. If the bottom drawer conductive layer 38 consists of conductive soft magnetic materials called NiFe, this bottom drawer conductive layer 38 can function on coincidence as a lower shielding layer of the CPP structure MR reading component 32.

[0024] The electric conduction terminal strip 39 is arranged in the front face of the bottom drawer conductive layer 38. This electric conduction terminal strip 39 starts from the front face of the bottom drawer conductive layer 38. Wall surface 39a which starts from the front face of the bottom drawer conductive layer 38 is specified in the electric conduction terminal strip 39. The electric conduction terminal strip 39 is not only equipped with conductivity, but may equip coincidence with soft magnetism similarly. If the electric conduction terminal strip 39 consists of conductive soft magnetic materials called NiFe, this electric conduction terminal strip 39 can function on coincidence as a lower shielding layer of the CPP structure MR reading component 32.

[0025] The bottom drawer conductive layer 38 is embedded at the insulating layer 41 which spreads on the front face of the alumina film 34. This insulating layer 41 spreads along the front face of the bottom drawer conductive layer 38, touching wall surface 39a of the electric conduction terminal strip 39. Here, the summit side of the electric conduction terminal strip 39 and the front face of an insulating layer 41 specify 1 flattening side 42 which continues without a break.

[0026] the electromagnetism prolonged along with ABS28 on the flattening side 42 — the conversion film 43, i.e., the magneto-resistive effect (MR) film, is formed. This MR film 43 lies in the summit side of the electric conduction terminal strip 39 at least. In this way, electrical installation is established only by leading the electric conduction terminal strip 39 between the MR film 43 and the bottom drawer conductive layer 38. The detail of the structure of the MR film 43 is mentioned later.

[0027] Similarly, on the flattening side 42, one pair of magnetic-domain control hard film 44 prolonged along with ABS28 is formed. The magnetic-domain control hard film 44 puts the MR film 43 along with ABS28 on the flattening side 42. The magnetic-domain control hard film 44 should just be formed from metallic materials, such as CoPt and CoCrPt. By these magnetic-domain control hard film 44, magnetization is establishable as everyone knows along one direction which crosses the MR film 43. If a bias field is formed based on magnetization of such magnetic-domain control hard film 44, single domain-ization of for example, a freedom side ferromagnetism layer (free layer) is realizable within the MR film 43.

[0028] On the flattening side 42, the covering insulator layer 45 covers and hangs further. This covering insulator layer 45 puts the MR film 43 and the magnetic-domain control hard film 44 between insulating layers 41. The top drawer conductive layer 46 spreads in the front face of the covering insulating layer 45. The top drawer conductive layer 46 is not only equipped with conductivity, but may equip coincidence with soft magnetism like the above-mentioned bottom drawer conductive layer 38. If the top drawer conductive layer 46 consists of conductive soft

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

magnetic materials called NiFe, this top drawer conductive layer 46 can function on coincidence as an up shielding layer of the CPP structure MR reading component 32. Spacing with the above-mentioned lower shielding layer 38, i.e., a bottom drawer conductive layer, and the top drawer conductive layer 46 determines the resolution of magnetic recording in the direction of a line of a recording track on the record disk 13. The terminal phyma 47 which penetrates the covering insulator layer 45 in the top drawer conductive layer 46, and contacts the summit side of the MR film 43 is formed in one. In this way, between the MR film 43 and the top drawer conductive layer 46, electrical installation is established only through the terminal phyma 47.

[0029] The bottom drawer conductive layer 38 spreads back along the front face of the alumina film 34 from the front end exposed by ABS28 so that clearly from drawing 4. A terminal pad 48 is connected with the back end of the bottom drawer conductive layer 38. A terminal pad 48 should just spread along the front face of the bottom drawer conductive layer 38. A terminal pad 48 is connected to the terminal pad by the side of the elastic suspension 18 (not shown) through Au ball (not shown) etc., in case the surfacing head slider 19 is fixed to the elastic suspension 18.

[0030] The top drawer conductive layer 46 spreads back along the front face of the covering insulator layer 45 from the front end exposed by ABS28 so that clearly from drawing 5. A terminal pad 49 is connected with the back end of the top drawer conductive layer 46. A terminal pad 49 should just spread along the front face of the top drawer conductive layer 46. Like the above-mentioned, a terminal pad 49 is connected to the terminal pad by the side of the elastic suspension 18 (not shown) through Au ball (not shown) etc., in case the surfacing head slider 19 is fixed to the elastic suspension 18.

[0031] As shown in drawing 6, the width of face W1 of the electric conduction terminal strip 39 is set up remarkably small rather than the width of face W2 of the MR film 43. Width-of-face W3 of the terminal phyma 47 is set as coincidence remarkably small rather than the width of face W2 of the MR film 43. Each width of face W1 and W2 and W3 should just be measured along with ABS28 in parallel with the flattening side 42. The width of face W2 of the MR film 43 determines the resolution of magnetic recording as radial [ of a magnetic disk 13 ]. The width of face W1 of the electric conduction terminal strip 39 and width-of-face W3 of the terminal phyma 47 may be set up equally.

[0032] With the above CPP structure MR reading components 32, a sense current is supplied to the MR film 43 from a top and the bottom drawer conductive layers 46 and 38. At this time, by the MR film 43, a path can be narrowed by work of the electric conduction terminal strip 39 and the terminal phyma 47 as a sense current so that clearly from drawing 6. And by such MR film 43, it keeps away from the contact surface with the magnetic-domain control hard film 44, and a path can be established near the center of the MR film 43 as a current.

[0033] Drawing 7 shows one example of the MR film 43. This MR film 43 consists of so-called spin bulb film. That is, by the MR film 43, the substrate layer 51, the freedom side ferromagnetism layer 52, the nonmagnetic interlayer 53, the fixed side ferromagnetism layer (pinned layer) 54, the antiferromagnetism layer (pinning layer) 55, and a protective layer 56 pile up in order. According to work of the antiferromagnetism layer 55, magnetization of the fixed side ferromagnetism layer 54 is fixed in the one direction. Here, the substrate layer 51 should just consist of Ta layer 51a and NiFe layer 51b by which a laminating is carried out to the front face of this Ta layer 51a. The freedom side ferromagnetism layer 52 and the fixed side ferromagnetism layer 54 should just be formed from a ferromagnetic ingredient called Co90Fe10. The nonmagnetic interlayer 53 should just be formed from an electric conduction metallic material called Cu. The antiferromagnetism layer 55 should just be formed from antiferromagnetism alloy ingredients, such as FeMn and PdPtMn. A protective layer 56 should just be equipped with Cu layer 56a and cap layer, i.e., Ta layer, 56b formed on this Cu layer 56a.

[0034] If the CPP structure MR reading component 32 is opposed to the front face of a magnetic disk 13 in read-out of magnetic information, by the spin bulb film, the magnetization direction of the freedom side ferromagnetism layer 52 will be rotated as everyone knows according to the sense of the field which acts from a magnetic disk 13. In this way, rotation of the magnetization direction of the freedom side ferromagnetism layer 52 changes the electric resistance of the spin bulb film a lot. Therefore, if a sense current is supplied to the spin bulb film from a top and the bottom drawer conductive layers 46 and 38, the level of the electrical signal taken out from terminal pads 48 and 49 will change according to change of electric resistance. Binary information can be read according to change of this level. At this time, a path can be narrowed as mentioned above by the spin bulb film as a sense current. Consequently, the response sensibility of the spin bulb film to the field which acts from a magnetic disk 13 can be raised.

[0035] Next, the manufacture approach of the surfacing head slider 19 is explained briefly. First, as shown in drawing 8, the wafer 61 made from aluminum2 O3-TiC (Al Chick) is prepared. In the front face of a wafer 61, it is aluminum 2O3. The laminating of the film (alumina) 34 is carried out. The flat side 62 is formed in the periphery of a wafer 61. The sense of a wafer 61 can be specified based on this flat side 62.

[0036] As everyone knows, in the front face of a wafer 61, many read-out write-in heads 23 are built. The read-out write-in head 23 is formed every block 63 started by 1 surfacing head slider 19, as shown in drawing 9. For example, in the wafer 61 with a diameter of 5 inches, a total of 10000 surfacing head sliders 19 can be started in 100-line 100 trains. The detail of the formation approach of the read-out write-in head 23 is mentioned later. It was formed, and reads and the write-in head 23 is covered with the alumina film 33. In this way, on a wafer 61, it was embedded on the film 24 with a built-in head component made from an alumina, and reads, and the write-in head 23 is obtained.

[0037] In this way, if it reads and the write-in head 23 is built, as shown in drawing 10, the wafer bar 64 with which the above-mentioned block 63 was located in a line with the single tier will be cut down from a wafer 61. The wafer

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

bar 64 is cut down by slitting parallel to the above-mentioned flat side 62. Cutting plane 64a parallel to the flat side 62 is specified to the cut-down wafer bar 64. As everyone knows, the surfacing side 25 of the surfacing head slider 19 is formed by cutting plane 64a every block 63. Then, the surfacing head slider 19 is started every block 63 from the wafer bar 64.

[0038] Here, the formation approach of the read-out write-in head 23 is explained in full detail. As shown in drawing 11, on a wafer 61, the laminating of the conductive magnetic film 65 is carried out to the front face of the basic layer 34, i.e., the alumina film. For example, the sputtering method should just be used for a laminating. A magnetic film 65 should just consist of soft magnetic materials called NiFe. Such magnetic films 65 are uniformly formed in the front face of a wafer 61.

[0039] Then, on a wafer 61, the bottom drawer conductive layer 38 is formed every above-mentioned block 63. On the front face of the alumina film 34, the bottom drawer conductive layer 38 begins to be deleted from a magnetic film 65 according to a regular configuration pattern. A configuration pattern should just be prescribed by the photoresist film 66 as shown in drawing 12. If etching processing is performed to a magnetic film 65 around the photoresist film 66, the magnetic film 65 modeled after the configuration pattern under the photoresist film 66 remains. In this way, the bottom drawer conductive layer 38 can be formed. The photoresist film 66 is removed after etching processing.

[0040] As shown in drawing 13, the basic insulator layer 67 is formed in the front face of the alumina film 34. This basic insulator layer 67 is aluminum 2O3. SiO2 What is necessary is to just be formed from the said insulating material. The basic insulator layer 67 is uniformly formed in the front face of a wafer 61. Consequently, the bottom drawer conductive layer 38 on the alumina film 34 is covered with the basic insulator layer 67.

[0041] Then, flattening processing is performed to the basic insulator layer 67. flattening processing — for example, CMP (chemical mechanical polishing) — law should just be used. In addition, it may replace with the CMP method, argon cluster processing may be used, and, in addition to the CMP method, argon cluster processing may be performed. Flattening processing is continued until the bottom drawer conductive layer 38 is exposed, as shown in drawing 14. The front face of the bottom drawer conductive layer 38 and the front face of the basic insulator layer 67 constitute 1 flattening side 68.

[0042] In this way, the electric conduction terminal strip 39 is formed on the formed flattening side 68. For example, as shown in drawing 15, on a wafer 61, the laminating of the magnetic film 69 is again carried out in formation. For example, the sputtering method should just be used for a laminating. A magnetic film 69 should just consist of soft magnetic materials called NiFe. Such magnetic films 69 are uniformly formed in the front face of a wafer 61.

[0043] Then, on a wafer 61, the electric conduction wafer 71 is formed every block 63. On the front face of the bottom drawer conductive layer 38, the electric conduction wafer 71 begins to be deleted from a magnetic film 69 according to a regular configuration pattern. A configuration pattern should just be prescribed by the photoresist film 72 as shown in drawing 16. If etching processing is performed to a magnetic film 69 around the photoresist film 72, the magnetic film 69 modeled after the configuration pattern under the photoresist film 72 remains. In this way, the electric conduction wafer 71 can be formed. The photoresist film 72 is removed after etching processing.

[0044] As shown in drawing 17, the middle insulator layer 73 is formed in the front face of the bottom drawer conductive layer 38, and the front face of the basic insulator layer 67 on a wafer 61. This middle insulator layer 73 is aluminum 2O3. SiO2 What is necessary is to just be formed from the said insulating material. The middle insulator layer 73 is uniformly formed in the front face of a wafer 61. Consequently, the electric conduction wafer 71 on the bottom drawer conductive layer 38 is covered with the middle insulator layer 73.

[0045] Then, flattening processing is performed to the middle insulator layer 73. flattening processing — for example, CMP (chemical mechanical polishing) — law should just be used. In addition, it may replace with the CMP method, argon cluster processing may be used, and, in addition to the CMP method, argon cluster processing may be performed. Flattening processing is continued until the electric conduction wafer 71 is exposed, as shown in drawing 18. The summit side of the electric conduction wafer 71 and the front face of the middle insulator layer 73 constitute 1 flattening side 74. In this way, the electric conduction terminal strip 39 is formed.

[0046] In this way, the MR film 43 and the magnetic-domain control hard film 44 are formed every block 63 on the formed flattening side 74. First, on a wafer 61, as shown, for example in drawing 19, the layered product 75 equipped with the same layer structure as the above-mentioned MR film 43 is formed. For example, the sputtering method should just be used for formation. A layered product 75 should just be uniformly formed in the front face of a wafer 61. On the flattening side 74, each class of a layered product 75 can be accumulated in a high precision.

[0047] Then, on the wafer 61, the magnetic-domain control hard film 44 is formed. For example, the space 76 which modeled one pair of magnetic-domain control hard film 44 after the layered product 75 every block 63 as shown in drawing 20 is \*\*\*\*\* In this \*\*\*\*\* , as shown in drawing 21, the photoresist film 77 which modeled the profile of space 76 is formed in the front face of a layered product 75. If a layered product 75 is put to etching processing after formation of the photoresist film 77, space 76 will be formed into a layered product 75. The front face of the middle insulator layer 73 is exposed in space 76.

[0048] As shown in drawing 22, subsequently on a wafer 61, the laminating of the magnetic film 78 is carried out. Space 76 is filled up with a magnetic film 78. The magnetic-domain control hard film 44 is established in space 76. If the photoresist film 77 is removed after formation of this magnetic film 78, the magnetic film 78 on a layered product 75 can be removed from a wafer 61. The front face of a layered product 75 is exposed again.

[0049] In this way, formation of the magnetic-domain control hard film 44 forms the MR film 43 every block 63. The MR film 43 should just begin to be deleted from a layered product 75 for example, based on the etching method. In

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

beginning to delete, as shown in drawing 23, on this layered product 75 that remains, and the magnetic-domain control hard film 44, the photoresist film 79 of one muscle prolonged in the one direction is formed. If a layered product 75 and the magnetic-domain control hard film 44 fail to be shaved around the photoresist film 79, the continuum of the MR film 43 prolonged in the one direction on the flattening side 74 and the magnetic-domain control hard film 44 can be formed. At this time, the MR film 43 which began to be shaved lies in the summit side of the electric conduction terminal strip 39 at least. Thus, since the MR film 43 and the magnetic-domain control hard film 44 are formed on the flattening side 74, by the MR film 43 or the magnetic-domain control hard film 44, close dimensional accuracy (configuration precision) is realizable. In this way, after the continuum of the MR film 43 and the magnetic-domain control hard film 44 is formed, the photoresist film 79 is removed.

[0050] Then, as shown in drawing 24, the covering insulator layer 81 is formed on the flattening side 74 exposed again. This covering insulator layer 81 is aluminum 2O3. SiO2 What is necessary is to just be formed from the said insulating material. The covering insulator layer 81 is uniformly formed in the front face of a wafer 61. Consequently, on the flattening side 74, the continuum of the MR film 43 and the magnetic-domain control hard film 44 is covered with the covering insulator layer 81.

[0051] In this way, as shown in drawing 25, the contact hole 82 which arrives at the front face of the MR film 43 every block 63 is formed in the formed covering insulator layer 81. The photoresist film 83 which modeled the profile of the contact hole 82 is formed in the front face of the covering insulator layer 81 in formation of the contact hole 82. If etching processing is performed, the contact hole 82 which penetrates the covering insulator layer 81 will be formed in the covering insulator layer 81. The contact hole 82 exposes the summit side of the MR film 43. Formation of the contact hole 82 removes the photoresist film 83.

[0052] The top drawer conductive layer 46 is formed in the front face of the covering insulator layer 81 after formation of such a contact hole 82. As it is in charge of formation of the besides side drawer conductive layer 46, for example, is shown in drawing 26, the laminating of the conductive magnetic film 84 is carried out to the front face of a wafer 61. For example, the sputtering method should just be used for a laminating. A magnetic film 84 should just consist of soft magnetic materials called NiFe. Such magnetic films 84 are uniformly formed in the front face of a wafer 61. Therefore, the contact hole 82 is filled up with the conductive magnetic film 84.

[0053] On a wafer 61, the top drawer conductive layer 46 is formed every block 63. On the front face of the covering insulator layer 81, the top drawer conductive layer 46 begins to be deleted from a magnetic film 84 according to a regular configuration pattern. A configuration pattern should just be prescribed by for example, the photoresist film (not shown). If etching processing is performed to a magnetic film 84 around the photoresist film, the magnetic film 84 modeled after the configuration pattern under the photoresist film remains. In this way, the top drawer conductive layer 46 can be formed. The photoresist film is removed after etching processing.

[0054] In this way, on the built CPP structure MR reading component 32, the induction write-in head component 31 is built as known. In advance of this construction, the CPP structure MR reading component 32 may be embedded at a nonmagnetic insulator layer (not shown). On the front face of this nonmagnetic insulator layer, the insulating layer and the up magnetic pole layer 35 where the coil pattern besides the lower magnetic pole layer 36 or the nonmagnetic gap layer 37 was embedded are formed successively. In advance of formation of such induction write-in head components 31, flattening processing may be performed to the front face of a nonmagnetic insulator layer. If the induction write-in head component 31 is finally embedded on the alumina film 33, formation of the read-out write-in head 23 will be completed.

[0055] Drawing 27 shows other examples of the MR film 43. This MR film 43 consists of tunnel junction film. That is, by the MR film 43, the substrate layer 101, the freedom side ferromagnetism layer 102, an insulator layer 103, the fixed side ferromagnetism layer 104, the antiferromagnetism layer 105, and a protective layer 106 pile up in order. According to work of the antiferromagnetism layer 105, magnetization of the fixed side ferromagnetism layer 104 is fixed in the one direction. Here, the substrate layer 101 should just consist of Ta layer 101a and NiFe layer 101b by which a laminating is carried out to the front face of this Ta layer 101a. The freedom side ferromagnetism layer 102 and the fixed side ferromagnetism layer 104 should just be formed from a ferromagnetic ingredient called Co90Fe10. An insulator layer 103 should just be formed from the metal oxide film of for example, aluminum2 O3 and others (alumina). The antiferromagnetism layer 105 should just be formed from antiferromagnetism alloy ingredients, such as FeMn and PdPtMn. A protective layer 106 should just be equipped with Cu layer 106a and cap layer, i.e., Ta layer, 106b formed on this Cu layer 106a.

[0056] If the CPP structure MR reading component 32 is opposed to the front face of a magnetic disk 13 in read-out of magnetic information, by the tunnel junction film, the magnetization direction of the freedom side ferromagnetism layer 102 will be rotated as everyone knows according to the sense of the field which acts from a magnetic disk 13. In this way, rotation of the magnetization direction of the freedom side ferromagnetism layer 102 changes the electric resistance of the tunnel junction film a lot. Therefore, if a sense current is supplied to the tunnel junction film from a top and the bottom drawer conductive layers 46 and 38, the level of the electrical signal taken out from terminal pads 48 and 49 will change according to change of electric resistance. Binary information can be read according to change of this level. At this time, a path can be narrowed as mentioned above by the tunnel junction film as a sense current. Consequently, the response sensibility of the tunnel junction film to the field which acts from a magnetic disk 13 can be raised.

[0057]

[Effect of the Invention] according to this invention as mentioned above — electromagnetism — without it depends on contraction-ization of the conversion film — electromagnetism — the CPP structure which can narrow a path

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



further as the current supplied to the conversion film — electromagnetism — a sensing element is offered.

---

[Translation done.]

Copyright © 2004 by IPDL, Inc.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

## [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the top view showing the internal structure of hard disk drive (HDD) roughly.

[Drawing 2] It is the expansion perspective view showing one example of a surfacing head slider.

[Drawing 3] It is the front view showing roughly the situation of the read-out write-in head observed in respect of surfacing.

[Drawing 4] It is the top view showing the bottom drawer conductive layer of a CPP structure magneto-resistive effect (MR) reading component.

[Drawing 5] It is the top view showing the top drawer conductive layer of a CPP structure MR reading component.

[Drawing 6] It is the expansion partial front view of a CPP structure MR reading component showing a path roughly as a sense current.

[Drawing 7] It is the expansion front view showing roughly the structure of the spin bulb film concerning one example of MR film.

[Drawing 8] It is the perspective view of a wafer.

[Drawing 9] It is the expansion part plan of the wafer in which two or more read-out write-in heads formed on the wafer are shown.

[Drawing 10] It is the perspective view showing the wafer bar cut down from the wafer.

[Drawing 11] It is the expansion fragmentary sectional view of the wafer in which the process which forms a bottom drawer conductive layer on the front face of a basic layer is shown.

[Drawing 12] It is the expansion fragmentary sectional view of the wafer in which the process which forms a bottom drawer conductive layer on the front face of a basic layer is shown.

[Drawing 13] It is the expansion fragmentary sectional view of the wafer in which the process which forms a basic insulator layer in the front face of a basic layer is shown.

[Drawing 14] It is the expansion fragmentary sectional view of the wafer in which the process at which the front face of a bottom drawer conductive layer is exposed is shown.

[Drawing 15] It is the expansion fragmentary sectional view of the wafer in which the process which forms an electric conduction wafer on the front face of a bottom drawer conductive layer is shown.

[Drawing 16] It is the expansion fragmentary sectional view of the wafer in which the process which forms an electric conduction wafer on the front face of a bottom drawer conductive layer is shown.

[Drawing 17] It is the expansion fragmentary sectional view of the wafer in which the process which forms an insulator layer on a flattening side is shown.

[Drawing 18] It is the expansion fragmentary sectional view of the wafer in which the process at which the summit side of an electric conduction wafer is exposed is shown.

[Drawing 19] It is the expansion fragmentary sectional view of the wafer in which the process which forms a layered product equipped with the same layer structure as the spin bulb film is shown.

[Drawing 20] It is the expansion part plan of the wafer which shows \*\*\*\*\* to a layered product.

[Drawing 21] It is the expansion fragmentary sectional view of the wafer in which a \*\*\*\*\* process is shown for space by the layered product.

[Drawing 22] It is the expansion fragmentary sectional view of the wafer in which the process which fills up \*\*\*\*\* with the magnetic substance is shown.

[Drawing 23] It is the expansion part plan of the wafer in which the resist film which specifies the continuum of MR film and the magnetic-domain control hard film is shown.

[Drawing 24] It is the expansion fragmentary sectional view of the wafer in which the process which forms the covering insulator layer which buries the continuum of MR film and the magnetic-domain control hard film is shown.

[Drawing 25] It is the expansion fragmentary sectional view of the wafer in which the process which forms a contact hole in a covering insulator layer is shown.

[Drawing 26] It is the expansion fragmentary sectional view of the wafer in which the process which forms a top drawer conductive layer is shown.

[Drawing 27] It is the expansion front view showing roughly the structure of the tunnel junction film concerning other examples of MR film.

## [Description of Notations]

32 CPP Structure — Electromagnetism — CPP Structure Magneto-resistive Effect (MR) Reading Component as a Sensing Element — 34 aluminum 2O3 as a basic layer The film (alumina), 38 Bottom drawer conductive layer, 39

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Electric conduction terminal strip, 39a The wall surface of an electric conduction terminal strip, 41 The insulating layer containing an insulator layer, 42 1 flattening side and 43 electromagnetism — the magneto-resistive effect (MR) film as conversion film — 45 A covering insulator layer, 46 A top drawer conductive layer, 47 Terminal phyma, 67 A basic insulator layer, 68 The flattening side on a basic insulator layer, 71 An electric conduction wafer, 74 The flattening side on an insulator layer, 81 A covering insulator layer, 82 A contact hole, 84 The magnetic film as an electrical conducting material, W1 The 1st piece, W2 The 2nd piece, the 3rd piece of W3.

---

[Translation done.]

本発明は、電導性端子strip、39a 電導性端子stripの壁面、41 絶縁層に絶縁層を含む、42 1つの平坦化側面と43 電磁気 — 磁気抵抗効果(MR)膜を変換膜として — 45 被覆絶縁層、46 上段導電層、47 端子部、67 基本絶縁層、68 基本絶縁層上の平坦化側面、71 電導性ウェハ、74 絶縁層上の平坦化側面、81 被覆絶縁層、82 接触孔、84 磁性膜を電気伝導材料、W1 第1部、W2 第2部、W3の第3部。

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-314168

(P2002-314168A)

(43) 公開日 平成14年10月25日 (2002. 10. 25)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テームト (参考)

H 0 1 L 43/08

H 0 1 L 43/08

Z 2 G 0 1 7

G 0 1 R 33/09

G 1 1 B 5/39

5 D 0 3 4

G 1 1 B 5/39

H 0 1 L 43/12

H 0 1 L 43/12

G 0 1 R 33/06

R

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2001-119067(P2001-119067)

(22) 出願日 平成13年4月18日 (2001. 4. 18)

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号

(72) 発明者 池田 淳也

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

(74) 代理人 100105094

弁理士 山▲崎▼ 薫

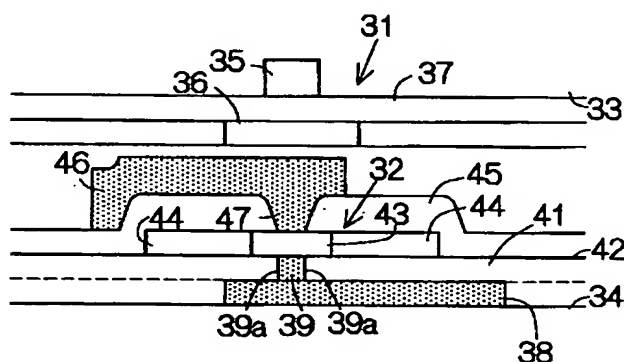
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 CPP構造電磁変換素子およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 電磁変換膜の縮小化に頼ることなく、電磁変換膜に供給される電流の通り道をさらに狭めることができるCPP構造電磁変換素子を提供する。

【解決手段】 CPP構造電磁変換素子32は、電磁変換膜43にセンス電流を供給する上側および下側引き出し導電層46、38を備える。下側引き出し導電層38表面には導電端子片39が立ち上がる。導電端子片39と電磁変換膜43との接触面で電流の通り道は規定される。電流の通り道は、電磁変換膜43に接触する導電端子片39の頂上面の広がりに基づき決定されることができる。こういったCPP構造電磁変換素子32では、電磁変換膜43の縮小化に依存せずに電磁変換膜43に対する電流の通り道は狭められることができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 下側引き出し導電層と、下側引き出し導電層の表面から立ち上がる導電端子片と、導電端子片の壁面に接しつつ下側引き出し導電層の表面に広がる絶縁膜と、少なくとも導電端子片の頂上面に横たわる電磁変換膜と、電磁変換膜の頂上面に接触する上側引き出し導電層とを備えることを特徴とするC P P構造電磁変換素子。

【請求項2】 請求項1に記載のC P P構造電磁変換素子において、前記電磁変換膜は前記導電端子片の第1幅よりも大きな第2幅で規定されることを特徴とするC P P構造電磁変換素子。

【請求項3】 請求項2に記載のC P P構造電磁変換素子において、前記電磁変換膜は、前記導電端子片の頂上面および絶縁膜の表面で規定される1平坦化面上に形成されることを特徴とするC P P構造電磁変換素子。

【請求項4】 請求項3に記載のC P P構造電磁変換素子において、前記電磁変換膜はスピンバルブ膜およびトンネル接合膜のいずれか一方であることを特徴とするC P P構造電磁変換素子。

【請求項5】 請求項4に記載のC P P構造電磁変換素子において、前記下側引き出し導電層は前記電磁変換膜の磁性シールド層として機能することを特徴とするC P P構造電磁変換素子。

【請求項6】 請求項5に記載のC P P構造電磁変換素子において、前記上側引き出し導電層には、前記第2幅よりも小さな第3幅で前記電磁変換膜に接触する端子瘤が一体に形成されることを特徴とするC P P構造電磁変換素子。

【請求項7】 引き出し導電層の表面に導電小片を形成する工程と、引き出し導電層の表面に絶縁膜を形成し、絶縁膜で導電小片を覆う工程と、絶縁膜に平坦化処理を施し、絶縁膜上の平坦化面で導電小片の頂上面を露出させる工程と、少なくとも導電小片の頂上面に横たわる電磁変換膜を平坦化面上で形成する工程とを備えることを特徴とするC P P構造電磁変換素子の製造方法。

【請求項8】 請求項7に記載のC P P構造電磁変換素子の製造方法において、前記導電小片の形成に先立って、基礎層の表面で規定の形状パターンに従って前記引き出し導電層を形成する工程と、基礎層の表面に基礎絶縁膜を形成し、基礎絶縁膜で引き出し導電層を覆う工程と、基礎絶縁膜に平坦化処理を施し、基礎絶縁膜上の平坦化面で引き出し導電層の表面を露出させる工程とをさらに備えることを特徴とするC P P構造電磁変換素子の製造方法。

【請求項9】 請求項8に記載のC P P構造電磁変換素子の製造方法において、前記電磁変換膜を覆う被覆絶縁膜を形成する工程と、被覆絶縁膜を貫通し前記電磁変換膜の表面に達するコンタクト孔を形成する工程と、形成されたコンタクト孔に導電材料を充填する工程とを備え

ることを特徴とするC P P構造電磁変換素子の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えばスピンバルブ膜やトンネル接合膜といった電磁変換膜と、この電磁変換膜に直交する垂直方向から電磁変換膜を挟み込む上側および下側引き出し導電層とを備えるC P P (Current Perpendicular-to-the-Plane) 構造電磁変換素子に関する。

## 【0002】

【従来の技術】スピンバルブ膜やトンネル接合膜といった磁気抵抗効果膜では自由側強磁性層の単磁区化が実現されることが望まれる。こういった自由側強磁性層の単磁区化はバルクハウゼンノイズの低減に大いに寄与すると考えられる。単磁区化の実現にあたって、スピンバルブ膜やトンネル接合膜は1対の磁区制御ハード膜に挟み込まれる。このような磁気抵抗効果膜や磁区制御ハード膜は平坦化面上で形成される。例えばC P P構造電磁変換素子では、こういった平坦化面は下側引き出し導電層の表面で規定される。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】前述のように磁気抵抗効果膜および磁区制御ハード膜が下側引き出し導電層上で形成される場合には、磁気抵抗効果膜は底面全体で下側引き出し導電層に接触する。すなわち、磁気抵抗効果膜の大きさに応じて必然的にセンス電流の通り道は決定されてしまう。センス電流の通り道を狭めるにあたって、磁気抵抗効果膜はさらに縮小されていかなければならない。センス電流の通り道が狭められることができれば、磁気情報の読み出しにあたって電磁変換素子の感度は高められることができる。

【0004】本発明は、上記実状に鑑みてなされたもので、電磁変換膜の縮小化に頼ることなく、電磁変換膜に供給される電流の通り道をさらに狭めることができるC P P構造電磁変換素子を提供することを提供することを目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明によれば、下側引き出し導電層と、下側引き出し導電層の表面から立ち上がる導電端子片と、導電端子片の壁面に接しつつ下側引き出し導電層の表面に広がる絶縁膜と、少なくとも導電端子片の頂上面に横たわる電磁変換膜と、電磁変換膜の頂上面に接触する上側引き出し導電層とを備えることを特徴とするC P P構造電磁変換素子が提供される。

【0006】こういったC P P構造電磁変換素子では、導電端子片と電磁変換膜との接触面で電流の通り道は規定されることができる。電流の通り道は、電磁変換膜に接触する導電端子片の頂上面の広がりに基づき決定され



ることができる。すなわち、こういったC P P構造電磁変換素子では、電磁変換膜の縮小化に依存せずに電磁変換膜に対する電流の通り道は狭められることができる。

【0007】こういったC P P構造電磁変換素子で電流の通り道が狭められる場合には、電磁変換膜は、導電端子片の第1幅よりも大きな第2幅で規定されればよい。こうして導電端子片の第1幅が狭められれば、電磁変換膜の第2幅の大きさに拘わらず電磁変換膜と導電端子片との間には第1幅の大きさに応じた電流の通り道が確立されることができる。第1幅の縮小に応じて電流の通り道は確実に狭められることができる。

【0008】こういったC P P構造電磁変換素子では、電磁変換膜と、導電端子片の頂上面および絶縁膜の表面との間に1平坦化面上が規定されてもよい。こういった平坦化面上で電磁変換膜が形成されれば、電磁変換膜の寸法精度や形状精度は高められることができる。電磁変換膜はスピンバルブ膜でもよくトンネル接合膜でもよい。電磁変換膜にはその他の磁気抵抗効果膜が用いられてもよい。

【0009】前述の下側引き出し導電層は例えば磁性体から構成されてもよい。こうして下側引き出し導電層が導電性だけでなく磁性を示せば、下側引き出し導電層は電磁変換膜の磁性シールド層として機能することができる。したがって、いわゆる読み取りギャップの短縮化に大いに寄与することができる。こういった読み取りギャップの短縮化によれば、記録トラックの線方向に磁気記録の分解能は高められることができる。

【0010】前述の上側引き出し導電層には、電磁変換膜の第2幅よりも小さな第3幅で電磁変換膜に接触する端子瘤が一体に形成されてもよい。こうして上側引き出し導電層と電磁変換膜との間で接触面の広がりや狭められれば、電磁変換膜の第2幅の大きさに拘わらず電磁変換膜と上側引き出し導電層との間には第3幅の大きさに応じた電流の通り道が確立されることができる。第3幅の縮小に応じて電流の通り道は確実に狭められることができる。

【0011】以上のようなC P P構造電磁変換素子の製造方法は、例えば、引き出し導電層の表面に導電小片を形成する工程と、引き出し導電層の表面に絶縁膜を形成し、絶縁膜で導電小片を覆う工程と、絶縁膜に平坦化処理を施し、絶縁膜上の平坦化面で導電小片の頂上面を露出させる工程と、少なくとも導電小片の頂上面に横たわる電磁変換膜を平坦化面上で形成する工程とを備えればよい。特に、こういった製造方法では平坦化面上で電磁変換膜が形成されることから、電磁変換膜の寸法精度や形状精度は高められることができる。ここで、導電小片は前述の導電端子片に該当する。

【0012】さらに、C P P構造電磁変換素子の製造方法は、導電小片の形成に先立って、基礎層の表面で規定の形状パターンに従って前記引き出し導電層を形成する

工程と、基礎層の表面に基礎絶縁膜を形成し、基礎絶縁膜で引き出し導電層を覆う工程と、基礎絶縁膜に平坦化処理を施し、基礎絶縁膜上の平坦化面で引き出し導電層の表面を露出させる工程とを備えてもよい。特に、こういった製造方法では平坦化面上で導電小片が形成されることから、確実に高い精度で導電小片は形作られることができる。

【0013】さらに、C P P構造電磁変換素子の製造方法は、電磁変換膜を覆う被覆絶縁膜を形成する工程と、被覆絶縁膜を貫通し電磁変換膜の表面に達するコンタクト孔を形成する工程と、形成されたコンタクト孔に導電材料を充填する工程とを備えてもよい。こうした一連の工程によれば、上側引き出し導電層に前述の端子瘤が比較的簡単に形成されることができる。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照しつつ本発明の一実施形態を説明する。

【0015】図1は磁気記録媒体駆動装置の一具体例すなわちハードディスク駆動装置(HDD)11の内部構造を概略的に示す。このHDD11は、例えば平たい直方体の内部空間を区画する箱形の筐体本体12を備える。収容空間には、記録媒体としての1枚以上の磁気ディスク13が収容される。磁気ディスク13はスピンドルモータ14の回転軸に装着される。スピンドルモータ14は、例えば7200rpmや10000rpmといった高速度で磁気ディスク13を回転させることができる。筐体本体12には、筐体本体12との間で収容空間を密閉する蓋体すなわちカバー(図示せず)が結合される。

【0016】収容空間には、垂直方向に延びる支軸15回りで揺動するキャリッジ16がさらに収容される。このキャリッジ16は、支軸15から水平方向に延びる剛体の揺動アーム17と、この揺動アーム17の先端に取り付けられて揺動アーム17から前方に延びる弾性サスペンション18とを備える。周知の通り、弾性サスペンション18の先端では、いわゆるジンバルばね(図示せず)の働きで浮上ヘッドスライダ19は片持ち支持される。浮上ヘッドスライダ19には、磁気ディスク13の表面に向かって弾性サスペンション18から押し付け力が作用する。磁気ディスク13の回転に基づき磁気ディスク13の表面で生成される気流の働きで浮上ヘッドスライダ19には浮力が作用する。弾性サスペンション18の押し付け力と浮力とのバランスで磁気ディスク13の回転中に比較的の高い剛性で浮上ヘッドスライダ19は浮上し続けることができる。

【0017】こうした浮上ヘッドスライダ19の浮上中に、キャリッジ16が支軸15回りで揺動すると、浮上ヘッドスライダ19は半径方向に磁気ディスク13の表面を横切ることができる。こうした移動に基づき浮上ヘッドスライダ19は磁気ディスク13上の所望の記録ト

ラックに位置決めされる。このとき、キャリッジ16の揺動は例えばボイスコイルモータ（VCM）といったアクチュエータ21の働きを通じて実現されればよい。周知の通り、複数枚の磁気ディスク13が筐体本体12内に組み込まれる場合には、隣接する磁気ディスク13同士の間で1本の揺動アーム17に対して2つの弾性サスペンション18が搭載される。

【0018】図2は浮上ヘッドスライダ19の一具体例を示す。この浮上ヘッドスライダ19は、平たい直方体に形成される $Al_2O_3-TiC$ （アルチック）製のスライダ本体22と、このスライダ本体22の空気流出端に接合されて、読み出し書き込みヘッド23を内蔵する $Al_2O_3$ （アルミナ）製のヘッド素子内蔵膜24とを備える。スライダ本体22およびヘッド素子内蔵膜24には、磁気ディスク13に対向する媒体対向面すなわち浮上面25が規定される。磁気ディスク13の回転に基づき生成される気流26は浮上面25に受け止められる。

【0019】浮上面25には、空気流入端から空気流出端に向かって延びる2筋のレール27が形成される。各レール27の頂上面にはいわゆるABS（空気軸受け面）28が規定される。ABS28では気流26の働きに応じて前述の浮力が生成される。ヘッド素子内蔵膜24に埋め込まれた読み出し書き込みヘッド23は、後述されるように、ABS28で前端を露出させる。なお、浮上ヘッドスライダ19の形態はこういった形態に限られるものではない。

【0020】図3は浮上面25の様子を詳細に示す。読み出し書き込みヘッド23は、薄膜磁気ヘッドすなわち誘導書き込みヘッド素子31とCPP構造電磁変換素子すなわちCPP構造磁気抵抗効果（MR）読み取り素子32とを備える。誘導書き込みヘッド素子31は、周知の通り、例えば導電コイルパターン（図示せず）で生起される磁界を利用して磁気ディスク13に2値情報を書き込むことができる。CPP構造MR読み取り素子32は、周知の通り、磁気ディスク13から作用する磁界に応じて変化する抵抗に基づき2値情報を検出することができる。誘導書き込みヘッド素子31およびCPP構造MR読み取り素子32は、前述のヘッド素子内蔵膜24の上側半層すなわちオーバーコート膜を構成する $Al_2O_3$ （アルミナ）膜33と、下側半層すなわちアンダーコート膜を構成する $Al_2O_3$ （アルミナ）膜34との間に挟み込まれる。

【0021】誘導書き込みヘッド素子31は、ABS28で前端を露出させる上部磁極層35と、同様にABS28で前端を露出させる下部磁極層36とを備える。上部および下部磁極層35、36は例えばFeNやNiFeから形成されればよい。上部および下部磁極層35、36は協働して誘導書き込みヘッド素子31の磁性コアを構成する。

【0022】上部および下部磁極層35、36の間には例えば $Al_2O_3$ （アルミナ）製の非磁性ギャップ層37が挟み込まれる。周知の通り、導電コイルパターンで磁界が生起されると、非磁性ギャップ層37の働きで、上部磁極層35と下部磁極層36とを行き交う磁束は浮上面25から漏れ出る。こうして漏れ出る磁束が記録磁界（ギャップ磁界）を形成する。

【0023】CPP構造MR読み取り素子32は、アルミナ膜34すなわち下地絶縁層の表面に沿って広がる下側引き出し導電層38を備える。下側引き出し導電層38は導電性を備えるだけでなく同時に軟磁性を備えてもよい。下側引き出し導電層38が例えばNiFeといった導電性の軟磁性体で構成されると、この下側引き出し導電層38は同時にCPP構造MR読み取り素子32の下部シールド層として機能することができる。

【0024】下側引き出し導電層38の表面には導電端子片39が配置される。この導電端子片39は下側引き出し導電層38の表面から立ち上がる。導電端子片39には、下側引き出し導電層38の表面から立ち上がる壁面39aが規定される。導電端子片39は、同様に、導電性を備えるだけでなく同時に軟磁性を備えてもよい。導電端子片39が例えばNiFeといった導電性の軟磁性体で構成されると、この導電端子片39は同時にCPP構造MR読み取り素子32の下部シールド層として機能することができる。

【0025】下側引き出し導電層38は、アルミナ膜34の表面で広がる絶縁層41に埋め込まれる。この絶縁層41は、導電端子片39の壁面39aに接しつつ下側引き出し導電層38の表面に沿って広がる。ここで、導電端子片39の頂上面および絶縁層41の表面は、切れ目なく連続する1平坦化面42を規定する。

【0026】平坦化面42上では、ABS28に沿って延びる電磁変換膜すなわち磁気抵抗効果（MR）膜43が形成される。このMR膜43は少なくとも導電端子片39の頂上面に横たわる。こうしてMR膜43と下側引き出し導電層38との間には導電端子片39を通じてのみ電氣的接続は確立される。MR膜43の構造の詳細は後述される。

【0027】同様に、平坦化面42上では、ABS28に沿って延びる1対の磁区制御ハード膜44が形成される。磁区制御ハード膜44は平坦化面42上でABS28に沿ってMR膜43を挟み込む。磁区制御ハード膜44は例えばCoPtやCoCrPtといった金属材料から形成されればよい。これらの磁区制御ハード膜44では、周知の通り、MR膜43を横切る1方向に沿って磁化は確立されることができる。こうした磁区制御ハード膜44の磁化に基づきバイアス磁界が形成されると、MR膜43内で例えば自由側強磁性層（free layer）の単磁区化は実現されることができる。

【0028】平坦化面42上にはさらに被覆絶縁膜45

が覆い被さる。この被覆絶縁膜45は、絶縁層41との間にMR膜43および磁区制御ハード膜44を挟み込む。被覆絶縁膜45の表面には上側引き出し導電層46が広がる。前述の下側引き出し導電層38と同様に、上側引き出し導電層46は導電性を備えるだけでなく同時に軟磁性を備えてもよい。上側引き出し導電層46が例えばNiFeといった導電性の軟磁性体で構成されると、この上側引き出し導電層46は同時にCPP構造MR読み取り素子32の上部シールド層として機能することができる。前述の下部シールド層すなわち下側引き出し導電層38と上側引き出し導電層46との間隔は記録ディスク13上で記録トラックの線方向に磁気記録の分解能を決定する。上側引き出し導電層46には、被覆絶縁膜45を貫通してMR膜43の頂上面に接触する端子瘤47が一体に形成される。こうしてMR膜43と上側引き出し導電層46の間には端子瘤47のみを通じて電氣的接続は確立される。

【0029】図4から明らかなように、下側引き出し導電層38は、ABS28で露出する前端からアルミナ膜34の表面に沿って後方に広がる。下側引き出し導電層38の後端には端子パッド48が連結される。端子パッド48は下側引き出し導電層38の表面に沿って広がればよい。端子パッド48は、浮上ヘッドスライダ19が弾性サスペンション18に固定される際に、例えばAuボール（図示せず）などを通じて弾性サスペンション18側の端子パッド（図示せず）に接続される。

【0030】図5から明らかなように、上側引き出し導電層46は、ABS28で露出する前端から被覆絶縁膜45の表面に沿って後方に広がる。上側引き出し導電層46の後端には端子パッド49が連結される。端子パッド49は上側引き出し導電層46の表面に沿って広がればよい。端子パッド49は、前述と同様に、浮上ヘッドスライダ19が弾性サスペンション18に固定される際に、例えばAuボール（図示せず）などを通じて弾性サスペンション18側の端子パッド（図示せず）に接続される。

【0031】図6に示されるように、導電端子片39の幅W1はMR膜43の幅W2よりも著しく小さく設定される。同時に、端子瘤47の幅W3はMR膜43の幅W2よりも著しく小さく設定される。各幅W1、W2、W3は平坦化面42に平行にABS28に沿って測定されればよい。MR膜43の幅W2は磁気ディスク13の半径方向に磁気記録の分解能を決定する。導電端子片39の幅W1と端子瘤47の幅W3とは等しく設定されてもよい。

【0032】以上のようなCPP構造MR読み取り素子32では上側および下側引き出し導電層46、38からMR膜43にセンス電流は供給される。このとき、図6から明らかなように、MR膜43では、導電端子片39や端子瘤47の働きでセンス電流の通り道は狭められる

ことができる。しかも、こういったMR膜43では、磁区制御ハード膜44との接触面から遠ざかってMR膜43の中央付近で電流の通り道は確立されることができる。

【0033】図7はMR膜43の一具体例を示す。このMR膜43はいわゆるスピバルブ膜で構成される。すなわち、MR膜43では、下地層51、自由側強磁性層52、非磁性中間層53、固定側強磁性層（pinned layer）54、反強磁性層（pinning layer）55および保護層56が順番に重ね合わせられる。反強磁性層55の働きに応じて固定側強磁性層54の磁化は1方向に固定される。ここで、下地層51は、Ta層51aと、このTa層51aの表面に積層されるNiFe層51bとで構成されればよい。自由側強磁性層52および固定側強磁性層54は例えばCo<sub>90</sub>Fe<sub>10</sub>といった強磁性材料から形成されればよい。非磁性中間層53は例えばCuといった導電金属材料から形成されればよい。反強磁性層55は例えばFeMnやPdPtMnといった反強磁性合金材料から形成されればよい。保護層56は、Cu層56aと、このCu層56a上に形成されるキャップ層すなわちTa層56bとを備えればよい。

【0034】磁気情報の読み出しにあたってCPP構造MR読み取り素子32が磁気ディスク13の表面に向き合わせられると、スピバルブ膜では、周知の通り、磁気ディスク13から作用する磁界の向きに応じて自由側強磁性層52の磁化方向は回転する。こうして自由側強磁性層52の磁化方向が回転すると、スピバルブ膜の電気抵抗は大きく変化する。したがって、上側および下側引き出し導電層46、38からスピバルブ膜にセンス電流が供給されると、端子パッド48、49から取り出される電気信号のレベルは電気抵抗の変化に応じて変化する。このレベルの変化に応じて2値情報は読み取ることができる。このとき、スピバルブ膜では、前述のようにセンス電流の通り道は狭められることができる。その結果、磁気ディスク13から作用する磁界に対するスピバルブ膜の応答感度は高められることができる。

【0035】次に浮上ヘッドスライダ19の製造方法を簡単に説明する。まず、図8に示されるように、例えばAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-TiC（アルチック）製のウェハ-61が用意される。ウェハ-61の表面にはAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>（アルミナ）膜34が積層される。ウェハ-61の外周には平坦面62が形成される。この平坦面62に基づきウェハ-61の向きは特定されることができる。

【0036】周知の通り、ウェハ-61の表面には多数個の読み出し書き込みヘッド23が構築されていく。読み出し書き込みヘッド23は、図9に示されるように、1浮上ヘッドスライダ19に切り出される1ブロック63ごとに形成される。例えば直径5インチのウェハ-6

1では、100行100列で計10000個の浮上ヘッドスライダ19が切り出されることができる。読み出し書き込みヘッド23の形成方法の詳細は後述される。形成された読み出し書き込みヘッド23はアルミナ膜33によって覆われる。こうしてウェハー61上では、アルミナ製のヘッド素子内蔵膜24に埋め込まれた読み出し書き込みヘッド23は得られる。

【0037】こうして読み出し書き込みヘッド23が構築されると、図10に示されるように、前述のブロック63が一列に並んだウェハーバー64がウェハー61から切り出される。ウェハーバー64は前述の平坦面62に平行な切り込みで切り出されていく。切り出されたウェハーバー64には平坦面62に平行な切断面64aが規定される。周知の通り、切断面64aにはブロック63ごとに浮上ヘッドスライダ19の浮上面25が形作られる。その後、ウェハーバー64からブロック63ごとに浮上ヘッドスライダ19は切り出される。

【0038】ここで、読み出し書き込みヘッド23の形成方法を詳述する。図11に示されるように、ウェハー61上では、基礎層すなわちアルミナ膜34の表面に導電性の磁性膜65が積層される。積層には例えばスパッタリング法が用いられればよい。磁性膜65は例えばNiFeといった軟磁性材料から構成されればよい。こういった磁性膜65はウェハー61の表面に満遍なく一様に形成される。

【0039】続いてウェハー61上では前述のブロック63ごとに下側引き出し導電層38が形成される。アルミナ膜34の表面では、規定の形状パターンに従って磁性膜65から下側引き出し導電層38は削り出される。図12に示されるように、形状パターンは例えばフォトリソ膜66で規定されればよい。フォトリソ膜66の周囲で磁性膜65にエッチング処理が施されると、フォトリソ膜66下で、形状パターンに象られた磁性膜65は残存する。こうして下側引き出し導電層38は形成されることができる。エッチング処理の後にフォトリソ膜66は除去される。

【0040】図13に示されるように、アルミナ膜34の表面には基礎絶縁膜67が形成される。この基礎絶縁膜67は例えば $Al_2O_3$ や $SiO_2$ といった絶縁材料から形成されればよい。基礎絶縁膜67はウェハー61の表面に満遍なく一様に形成される。その結果、アルミナ膜34上の下側引き出し導電層38は基礎絶縁膜67に覆われる。

【0041】その後、基礎絶縁膜67には平坦化処理が施される。平坦化処理には例えばCMP（化学的機械研磨）法が用いられればよい。その他、CMP法に代えてアルゴンクラスタ処理が用いられてもよく、CMP法に加えてアルゴンクラスタ処理が施されてもよい。平坦化処理は、図14に示されるように、下側引き出し導電層38が露出するまで継続される。下側引き出し導電層3

8の表面および基礎絶縁膜67の表面は1平坦化面68を構成する。

【0042】こうして形成された平坦化面68上で導電端子片39は形成されていく。例えば図15に示されるように、形成にあたってウェハー61上では再び磁性膜69が積層される。積層には例えばスパッタリング法が用いられればよい。磁性膜69は例えばNiFeといった軟磁性材料から構成されればよい。こういった磁性膜69はウェハー61の表面に満遍なく一様に形成される。

【0043】続いてウェハー61上ではブロック63ごとに導電小片71が形成される。下側引き出し導電層38の表面では、規定の形状パターンに従って磁性膜69から導電小片71は削り出される。図16に示されるように、形状パターンは例えばフォトリソ膜72で規定されればよい。フォトリソ膜72の周囲で磁性膜69にエッチング処理が施されると、フォトリソ膜72下で、形状パターンに象られた磁性膜69は残存する。こうして導電小片71は形成されることができる。エッチング処理の後にフォトリソ膜72は除去される。

【0044】図17に示されるように、ウェハー61上では下側引き出し導電層38の表面および基礎絶縁膜67の表面には中間絶縁膜73が形成される。この中間絶縁膜73は例えば $Al_2O_3$ や $SiO_2$ といった絶縁材料から形成されればよい。中間絶縁膜73はウェハー61の表面に満遍なく一様に形成される。その結果、下側引き出し導電層38上の導電小片71は中間絶縁膜73に覆われる。

【0045】その後、中間絶縁膜73には平坦化処理が施される。平坦化処理には例えばCMP（化学的機械研磨）法が用いられればよい。その他、CMP法に代えてアルゴンクラスタ処理が用いられてもよく、CMP法に加えてアルゴンクラスタ処理が施されてもよい。平坦化処理は、図18に示されるように、導電小片71が露出するまで継続される。導電小片71の頂上面および中間絶縁膜73の表面は1平坦化面74を構成する。こうして導電端子片39は形成される。

【0046】こうして形成された平坦化面74上でブロック63ごとにMR膜43および磁区制御ハード膜44は形成されていく。まず、ウェハー61上では、例えば図19に示されるように、前述のMR膜43と同一の層構造を備える積層体75が形成される。形成には例えばスパッタリング法が用いられればよい。積層体75はウェハー61の表面に満遍なく一様に形成されればよい。平坦化面74上では積層体75の各層は高い精度で積み上げられていくことができる。

【0047】その後、ウェハー61上では磁区制御ハード膜44が形成されていく。例えば図20に示されるように、積層体75には、ブロック63ごとに1対の磁区

制御ハード膜44を象った空間76がくり貫かれる。このくり貫きにあって、図21に示されるように、積層体75の表面には、空間76の輪郭を象ったフォトレジスト膜77が形成される。フォトレジスト膜77の形成後に積層体75がエッチング処理に曝されると、積層体75中に空間76は形成される。空間76では中間絶縁膜73の表面が露出する。

【0048】図22に示されるように、次いでウェハー61上には磁性膜78が積層される。空間76は磁性膜78で充填される。空間76内に磁区制御ハード膜44は確立される。この磁性膜78の形成後にフォトレジスト膜77が取り払われると、積層体75上の磁性膜78はウェハー61上から取り除かれることができる。再び積層体75の表面は露出する。

【0049】こうして磁区制御ハード膜44が形成されると、ブロック63ごとにMR膜43は形作られる。MR膜43は例えばエッチング法に基づき積層体75から削り出されればよい。この削り出しにあたって、図23に示されるように、残存する積層体75および磁区制御ハード膜44上には1方向に延びる1筋のフォトレジスト膜79が形成される。フォトレジスト膜79の周囲で積層体75および磁区制御ハード膜44が削り落とされると、平坦化面74上で1方向に延びるMR膜43および磁区制御ハード膜44の連続体は形成されることができる。このとき、削り出されたMR膜43は少なくとも導電端子片39の頂上面に横たわる。このように平坦化面74上でMR膜43や磁区制御ハード膜44が形成されることから、MR膜43や磁区制御ハード膜44では高い寸法精度（形状精度）は実現されることができる。こうしてMR膜43および磁区制御ハード膜44の連続体が形成された後にフォトレジスト膜79は除去される。

【0050】その後、図24に示されるように、再び露出した平坦化面74上には被覆絶縁膜81が形成される。この被覆絶縁膜81は例えば $Al_2O_3$ や $SiO_2$ といった絶縁材料から形成されればよい。被覆絶縁膜81はウェハー61の表面に満遍なく一様に形成される。その結果、平坦化面74上ではMR膜43および磁区制御ハード膜44の連続体は被覆絶縁膜81に覆われる。

【0051】こうして形成された被覆絶縁膜81には、図25に示されるように、ブロック63ごとにMR膜43の表面に達するコンタクト孔82が形成される。コンタクト孔82の形成にあたって、被覆絶縁膜81の表面には、コンタクト孔82の輪郭を象ったフォトレジスト膜83が形成される。被覆絶縁膜81に例えばエッチング処理が施されると、被覆絶縁膜81を貫通するコンタクト孔82は形成される。コンタクト孔82はMR膜43の頂上面を露出させる。コンタクト孔82が形成されると、フォトレジスト膜83は除去される。

【0052】こうしたコンタクト孔82の形成後に、被

覆絶縁膜81の表面には上側引き出し導電層46が形成されていく。この上側引き出し導電層46の形成にあたって、例えば図26に示されるように、ウェハー61の表面には導電性の磁性膜84が積層される。積層には例えばスパッタリング法が用いられればよい。磁性膜84は例えばNiFeといった軟磁性材料から構成されればよい。こういった磁性膜84はウェハー61の表面に満遍なく一様に形成される。したがって、コンタクト孔82には導電性の磁性膜84が充填される。

【0053】ウェハー61上ではブロック63ごとに上側引き出し導電層46が形成される。被覆絶縁膜81の表面では、規定の形状パターンに従って磁性膜84から上側引き出し導電層46は削り出される。形状パターンは例えばフォトレジスト膜（図示せず）で規定されればよい。フォトレジスト膜の周囲で磁性膜84にエッチング処理が施されると、フォトレジスト膜下で、形状パターンに象られた磁性膜84は残存する。こうして上側引き出し導電層46は形成されることができる。エッチング処理の後にフォトレジスト膜は除去される。

【0054】こうして構築されたCPP構造MR読み取り素子32上には、既知の通り、誘導書き込みヘッド素子31が構築されていく。この構築に先立ってCPP構造MR読み取り素子32は非磁性絶縁膜（図示せず）に埋め込まれてもよい。この非磁性絶縁膜の表面で、下部磁極層36や非磁性ギャップ層37のほか、コイルパターンが埋め込まれた絶縁層、上部磁極層35が相次いで形成される。こういった誘導書き込みヘッド素子31の形成に先立って非磁性絶縁膜の表面には平坦化処理が施されてもよい。最終的に誘導書き込みヘッド素子31がアルミナ膜33に埋め込まれると、読み出し書き込みヘッド23の形成は完了する。

【0055】図27はMR膜43の他の具体例を示す。このMR膜43はトンネル接合膜で構成される。すなわち、MR膜43では、下地層101、自由側強磁性層102、絶縁膜103、固定側強磁性層104、反強磁性層105および保護層106が順番に重ね合わせられる。反強磁性層105の働きに応じて固定側強磁性層104の磁化は1方向に固定される。ここで、下地層101は、Ta層101aと、このTa層101aの表面に積層されるNiFe層101bとで構成されればよい。自由側強磁性層102および固定側強磁性層104は例えば $Co_{90}Fe_{10}$ といった強磁性材料から形成されればよい。絶縁膜103は例えば $Al_2O_3$ （アルミナ）その他の金属酸化膜から形成されればよい。反強磁性層105は例えばFeMnやPdPtMnといった反強磁性合金材料から形成されればよい。保護層106は、Cu層106aと、このCu層106a上に形成されるキャップ層すなわちTa層106bとを備えればよい。

【0056】磁気情報の読み出しにあたってCPP構造MR読み取り素子32が磁気ディスク13の表面に向き



合わせられると、トンネル接合膜では、周知の通り、磁気ディスク13から作用する磁界の向きに応じて自由側強磁性層102の磁化方向は回転する。こうして自由側強磁性層102の磁化方向が回転すると、トンネル接合膜の電気抵抗は大きく変化する。したがって、上側および下側引き出し導電層46、38からトンネル接合膜にセンス電流が供給されると、端子パッド48、49から取り出される電気信号のレベルは電気抵抗の変化に応じて変化する。このレベルの変化に応じて2値情報は読み取られることができる。このとき、トンネル接合膜では、前述のようにセンス電流の通り道は狭められることができる。その結果、磁気ディスク13から作用する磁界に対するトンネル接合膜の応答感度は高められることができる。

#### 【0057】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、電磁変換膜の縮小化に頼ることなく、電磁変換膜に供給される電流の通り道をさらに狭めることができるCPP構造電磁変換素子は提供される。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 ハードディスク駆動装置(HDD)の内部構造を概略的に示す平面図である。

【図2】 浮上ヘッドスライダの一具体例を示す拡大斜視図である。

【図3】 浮上面で観察される読み出し書き込みヘッドの様子を概略的に示す正面図である。

【図4】 CPP構造磁気抵抗効果(MR)読み取り素子の下側引き出し導電層を示す平面図である。

【図5】 CPP構造MR読み取り素子上側引き出し導電層を示す平面図である。

【図6】 センス電流の通り道を概略的に示すCPP構造MR読み取り素子の拡大部分正面図である。

【図7】 MR膜の一具体例に係るスピナバルブ膜の構造を概略的に示す拡大正面図である。

【図8】 ウェハの斜視図である。

【図9】 ウェハ上に形成された複数個の読み出し書き込みヘッドを示すウェハの拡大部分平面図である。

【図10】 ウェハから切り出されたウェハバーを示す斜視図である。

【図11】 基礎層の表面で下側引き出し導電層を形成する工程を示すウェハの拡大部分断面図である。

【図12】 基礎層の表面で下側引き出し導電層を形成する工程を示すウェハの拡大部分断面図である。

【図13】 基礎層の表面に基礎絶縁膜を形成する工程

を示すウェハの拡大部分断面図である。

【図14】 下側引き出し導電層の表面を露出させる工程を示すウェハの拡大部分断面図である。

【図15】 下側引き出し導電層の表面で導電小片を形成する工程を示すウェハの拡大部分断面図である。

【図16】 下側引き出し導電層の表面で導電小片を形成する工程を示すウェハの拡大部分断面図である。

【図17】 平坦化面上で絶縁膜を形成する工程を示すウェハの拡大部分断面図である。

【図18】 導電小片の頂上面を露出させる工程を示すウェハの拡大部分断面図である。

【図19】 スピナバルブ膜と同一の層構造を備える積層体を形成する工程を示すウェハの拡大部分断面図である。

【図20】 積層体にくり貫かれる空間を示すウェハの拡大部分平面図である。

【図21】 積層体で空間をくり貫く工程を示すウェハの拡大部分断面図である。

【図22】 くり貫かれた空間に磁性体を充填する工程を示すウェハの拡大部分断面図である。

【図23】 MR膜および磁区制御ハード膜の連続体を規定するレジスト膜を示すウェハの拡大部分平面図である。

【図24】 MR膜および磁区制御ハード膜の連続体を埋める被覆絶縁膜を形成する工程を示すウェハの拡大部分断面図である。

【図25】 被覆絶縁膜にコンタクト孔を形成する工程を示すウェハの拡大部分断面図である。

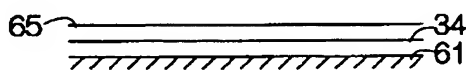
【図26】 上側引き出し導電層を形成する工程を示すウェハの拡大部分断面図である。

【図27】 MR膜の他の具体例に係るトンネル接合膜の構造を概略的に示す拡大正面図である。

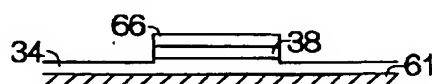
#### 【符号の説明】

32 CPP構造電磁変換素子としてのCPP構造磁気抵抗効果(MR)読み取り素子、34 基礎層としての $Al_2O_3$  (アルミナ)膜、38 下側引き出し導電層、39 導電端子片、39a 導電端子片の壁面、41 絶縁膜を含む絶縁層、42 1平坦化面、43 電磁変換膜としての磁気抵抗効果(MR)膜、45 被覆絶縁膜、46 上側引き出し導電層、47 端子瘤、67 基礎絶縁膜、68 基礎絶縁膜上の平坦化面、71 導電小片、74 絶縁膜上の平坦化面、81 被覆絶縁膜、82 コンタクト孔、84 導電材料としての磁性膜、W1 第1幅、W2 第2幅、W3 第3幅。

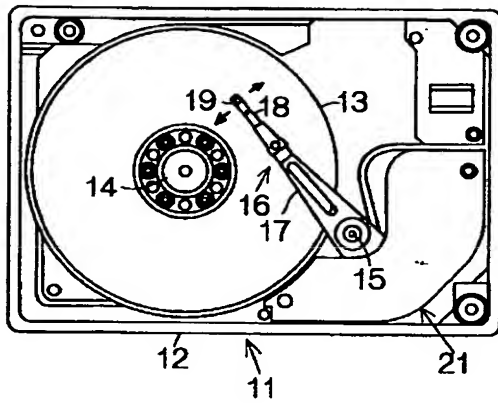
【図11】



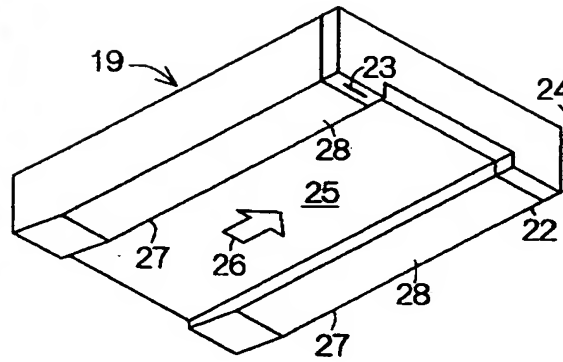
【図12】



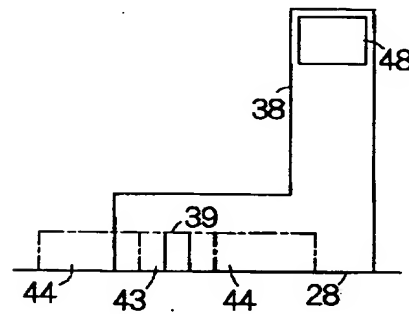
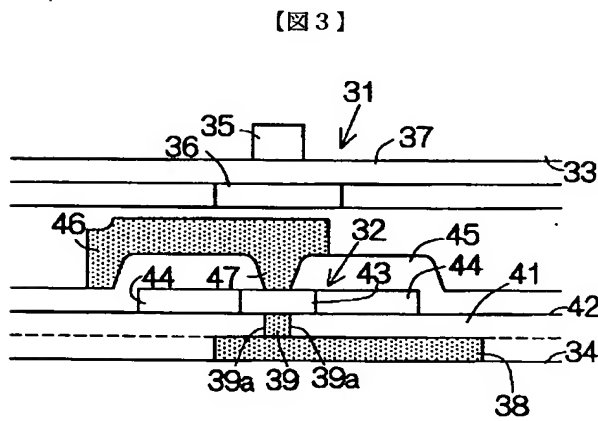
【図1】



【図2】

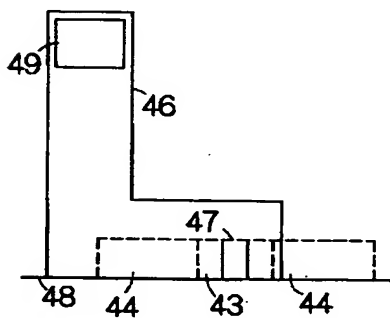


【図4】

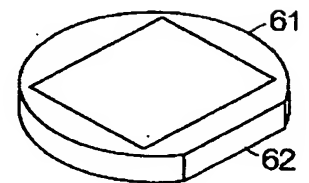
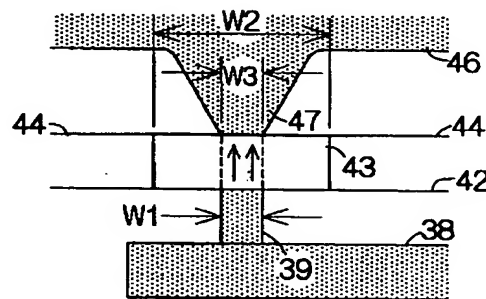


【図8】

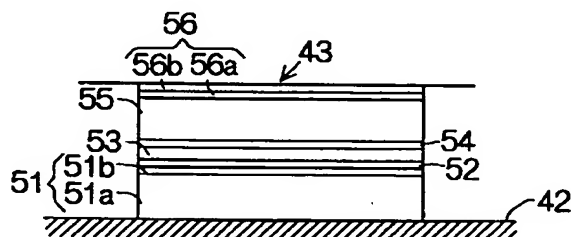
【図5】



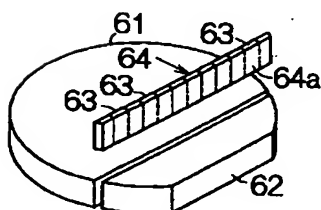
【図6】



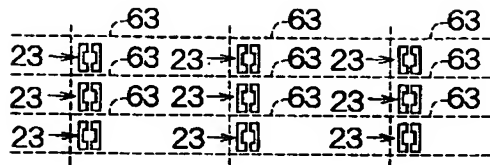
【図7】



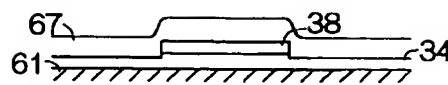
【図10】



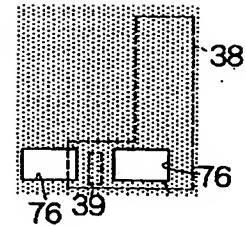
【図9】



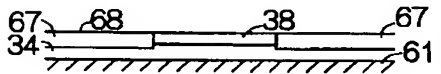
【図13】



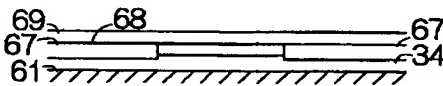
【図20】



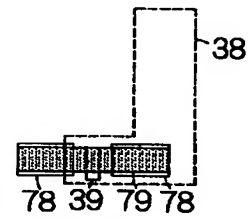
【図14】



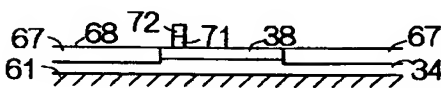
【図15】



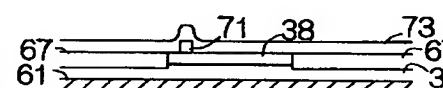
【図23】



【図16】



【図17】



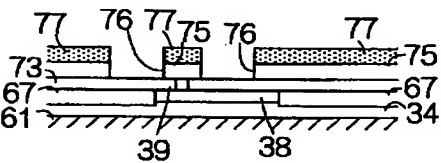
【図18】



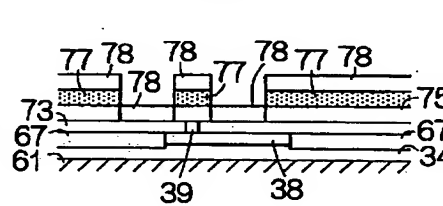
【図19】



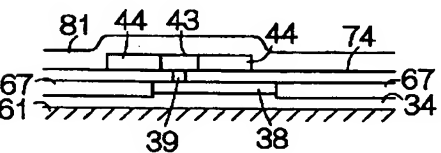
【図21】



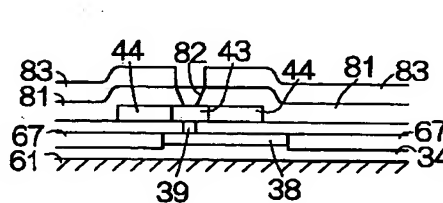
【図22】



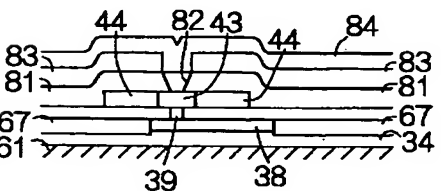
【図24】



【図25】

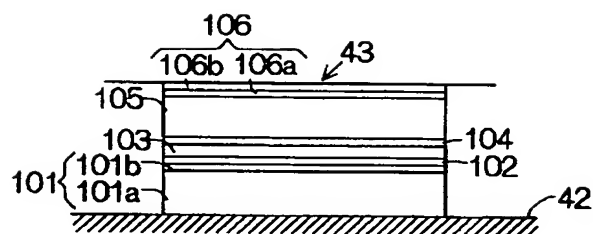


【図26】





【図27】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2G017 AA01 AB07 AD54 AD65  
 5D034 BA03 BA04 BA08 BA12 CA08  
 DA07

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**